



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11344662

(43)Date of publication of application: 14.12.1999

(51)Int.Cl.

G02B 7/28
G03B 13/36
H04N 5/232
H04N 5/238
H04N 9/04

(21)Application number: 10153122

(71)Applicant:

RICOH CO LTD

(22)Date of filing: 02.06.1998

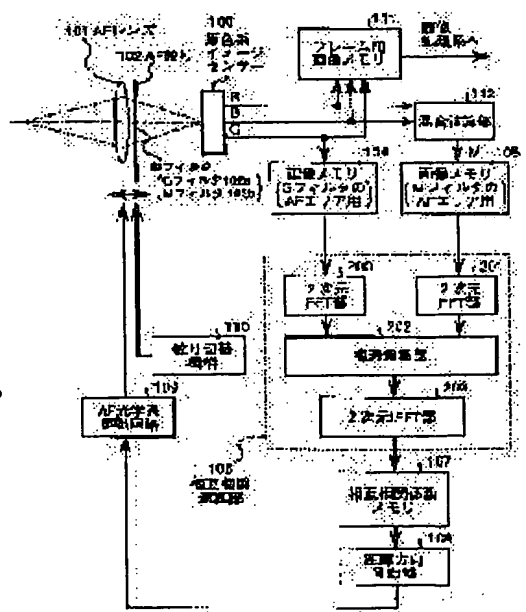
(72)Inventor:

SATO MASAKI

(54) AUTOMATIC FOCUSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an automatic focusing device which can perform fast focusing operation.
SOLUTION: An AF stop 102 has different color filters (G filter 102a and M filter 102b) arranged at an aperture part made eccentric with the center of an AF lens 101 and for image pickup operation by AF, image data of AF areas in an image frame corresponding to respective pieces of luminous flux passing through the color filters 102a and 102b of the AF stop 102 are obtained by colors; and a cross correlation arithmetic part 106 calculates the cross correlation between the image data by the colors and a distance and direction calculation part 108 calculates the distance to and the direction of the focusing position of the AF lens 101 according to the cross correlation to drive the AF lens 101 to the focusing position.



LEGAL STATUS

• $H^1(\mathbb{R}^n, \mathbb{R}) \cong \mathbb{R}^n$

DETAIL

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-344662

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 7/28

G 0 3 B 13/36

H 0 4 N 5/232

5/238

9/04

G 0 2 B 7/11

H 0 4 N 5/232

5/238

9/04

G 0 3 B 3/00

Z

H

Z

B

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-153122

(22) 出願日

平成10年(1998)6月2日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 佐藤 正喜

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

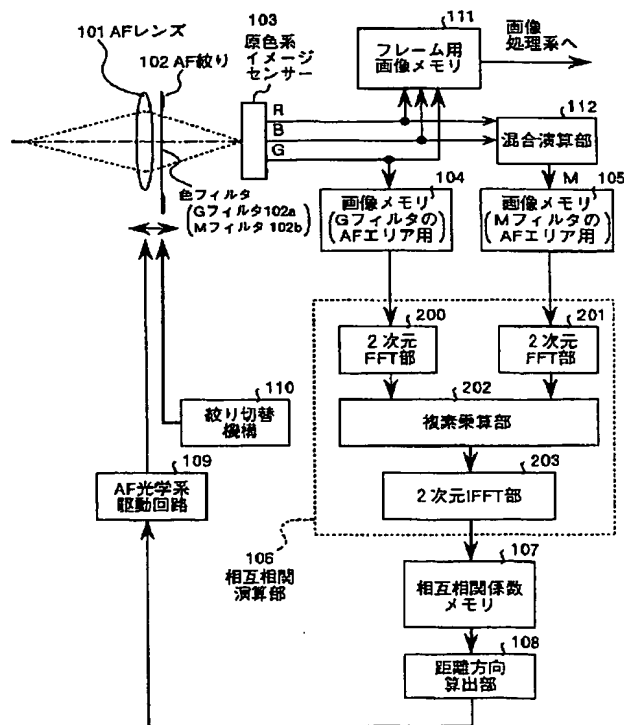
(74) 代理人 弁理士 酒井 宏明

(54) 【発明の名称】 自動合焦装置

(57) 【要約】

【課題】 高速な合焦動作が可能な自動合焦装置を提供すること。

【解決手段】 AF絞り102は、AFレンズ101の中心に対して異なる偏心位置に配された開口部に、異なる色フィルタ(Gフィルタ102a、Mフィルタ102b)を夫々配置し、AFのための撮像では、AF絞り102の各色フィルタ102a、102bを通過する各光束に応じた画像フレーム内のAFエリアの画像データを色別に取得し、相互相関演算部106は、当該色別の画像データ間の相互相関を算出し、距離方向算出部108は、当該相互相関に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズ101を合焦位置に駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるための A F レンズと、

結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、

A F レンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限する A F 絞りとを備え、

前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部を A F エリアとして設定し、

A F のための撮像では、前記 A F 絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内の A F エリアの画像データを夫々取得し、

前記 A F エリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、前記 A F レンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該 A F レンズを合焦位置に駆動することを特徴とする自動合焦装置。

【請求項 2】 前記異なる色フィルタの一方は原色フィルタからなり、他方は補色フィルタからなることを特徴とする請求項 1 記載の自動合焦装置。

【請求項 3】 前記原色フィルタは G フィルタからなり、前記補色フィルタは M フィルタからなることを特徴とする請求項 2 記載の自動合焦装置。

【請求項 4】 フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるための A F レンズと、

結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、

A F レンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限する A F 絞りとを備え、

前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部を A F エリアとして設定し、

A F のための撮像では、前記 A F 絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内の A F エリアの画像データを夫々取得し、

当該画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき前記 A F レンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該 A F レンズの概略の合焦位置を算出し、

更に、前記概略の合焦位置近傍で、撮像して得られた A F エリアの画像データの周波数成分に基づき、最終的な合焦位置を判定することを特徴とする自動合焦装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動合焦装置に関し、詳細には、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた画像入力機器に適用される自動合焦装置

に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、自動合焦装置における合焦位置決定方式には、山登り法、自己相関法、相互相関法等の種々の方式が提案されている。以下、これら従来の合焦位置決定方式について説明する。

【0003】上記山登り法としては、例えば、特開平 3-214868 号公報（自動合焦装置）や特開平 3-216078 号公報（自動合焦装置）に記載されたものがある。

【0004】上記特開平 3-214868 号公報に記載された「自動焦点制御装置」は、撮像素子の撮像面にレンズを通じて結像される被写体像の光学情報を電気信号に変換する撮像素子と、この変換した電気信号をデジタル信号に変換する A/D 変換手段と、上記デジタル信号をフレーム毎に一時記憶するメモリ手段と、上記デジタル信号によって形成される画像に対し、周波数領域に 2 次元直交変換を施して上記画像に含まれる各周波数成分の大きさを検出する符号化手段と、上記周波数成分の中の特定の高周波成分の振幅を検出する合焦検出手段と、この合焦検出手段からの制御信号によって上記レンズの位置を調整するレンズ駆動手段と、を備え、上記特定の高周波成分の振幅が最大となるように上記レンズの位置を調整して合焦位置を求めるものである。

【0005】また、上記特開平 3-216078 号公報に記載された「自動合焦装置」は、供給される映像信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器と、上記 A/D 変換器が送出する映像信号を周波数成分領域に変換する直交変換器と、上記直交変換器が送出する周波数成分の情報に基づき、合焦動作を行うための制御信号を生成する制御部と、を備えるものである。

【0006】上記自己相関法としては、例えば、特開平 7-154668 号公報（自動焦点調整装置）、特開平 7-159685 号公報（自動焦点調整装置）、特開平 7-270674 号公報（自動焦点調整手段を有した画像入力装置）、特開平 7-287162 号公報（合焦検出装置）に記載されたものがある。

【0007】上記特開平 7-154668 号公報に記載された「自動焦点調整装置」は、撮影光学系を介して被写体像が結像される光電変換素子からの情報に基づき、2 方式の合焦手段を駆動して、撮影光学系の合焦を行うもので、第 1 の方式の合焦手段は、被写体像の焦点評価を撮像レンズの移動に伴い逐次行い、評価値の最大値となった所を合焦点とし、第 2 の方式の合焦手段は、撮影光学系内に 2 つの開口を有する絞りを位置させ、1 つの被写体像を 2 つの光路に分割して光電変換素子に結像させ、結像位置の違いにより合焦、非合焦を判断する方式で、最初に第 2 の方式である自己相関方式の合焦手段にて合焦を行い、つぎに、第 1 の方式である山登り方式の合焦手段にて合焦を行うものである。

【0008】また、上記特開平7-159685号公報に記載された「自動焦点調整装置」は、異なる光路を通じて結像する複数の被写体像の情報から被写体の合焦を行う第1の合焦手段と、結像する1つの被写体像の情報から被写体の合焦を行う第2の合焦手段とを有し、各合焦手段を第1・第2の順番に用いて合焦動作を行う装置において、第1の合焦手段による合焦動作に用いる遠近競合の起こらない測距枠の設定および各撮影場面に適した信号抽出用フィルタの特性を決定するようにしたものである。

【0009】また、上記特開平7-270674号公報に記載された「自動焦点調整手段を有した画像入力装置」は、被写体像を検出する被写体像検出手段に被写体像を結像させる結像手段と、結像手段を通過する光束の光量を調節する絞り部材と、露光時間を調節するシャッター部材とを有する露光量調整手段と、被写体像検出手段からの信号に基づいてそれぞれ異なる焦点判定手段とを有し、複数の焦点判定手段からの信号を用いて結像手段の焦点調整を行う際、露光量調整手段は判定手段の種類と被写体像の明るさに応じて露光状態を調整するものである。

【0010】また、上記特開平7-287162号公報に記載された「合焦検出装置」は、複数の開口部を有する絞りにより撮影系の瞳を複数の領域に分割し、該分割した複数の領域を通過した光束に基づく複数の画像情報をカラー撮像手段面上に形成し、該カラー撮像手段からの画像信号を用いて複数の合焦位置で該撮影系の合焦状態を検出する際、該複数の合焦位置を検出した後、合焦検出方式選択手段により該第1の合焦手段とは異なる他の第2の合焦手段を用いて合焦を行うかまたは該第1の合焦手段で合焦動作を行うかを選択して、該撮影系の合焦状態を検出するようにしたものである。

【0011】上記相互相関法としては、例えば、特開平5-103251号公報（オートフォーカス装置）、特開平6-250077号公報（単一レンズを用いるオートフォーカス装置）に記載されたものがある。

【0012】上記特開平5-103251号公報に記載された「オートフォーカス装置」は、フォーカス対象の物体の像を結像する受光部と、この受光部とフォーカス対象の物体との間に設けられるレンズとを有し、フォーカス対象の物体からの光の一部の、受光部への入射光量を変更する光量調整手段を設け、この光量調整手段による前記受光部への入射光量の変更位置を切替手段によりレンズの面内において、少なくとも2位置に切替え、この少なくとも2位置における受光部からのビデオ信号の相関を相関器において求めて、フォーカスずれの方向およびずれの量を判定手段により判定し、この判定手段の判定出力に基づきレンズと受光部の距離を制御するものである。

【0013】また、上記特開平6-250077号公報

に記載された「単一レンズを用いるオートフォーカス装置」は、オートフォーカス装置の光学系を単一のレンズと、このレンズの前側あるいは後側に配置したマスクとで構成し、レンズで収束されたマスクにより分離してCCDセンサに照射し、CCDセンサから出力される2つの出力信号間の相関を取りながら対物レンズを移動させることにより、被加工物に対しレーザー光を自動的に合焦させるものである。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記山登り法による合焦方式では、画像の取り込み位置でのAF評価値が得られるが、このAFレンズ位置の前方あるいは後方のどちらに合焦点が存在するかを検出することは困難である。このため、極大点を避けて合焦位置を検出するには、レンズ移動範囲の全域のAF評価値が必要となることから、この全域分の撮影回数が必要となり、かつ合焦点位置まで戻す操作が加わり、正確な焦点位置を得るまでに時間がかかるという問題がある。

【0015】また、上記自己相関法による合焦方式では、2つ以上の異なる光束について、1つのフレームに撮像するが、これは1フレーム分の取り込み画像からAF情報を得ることができる反面、同一データによる相関であるが故に、自己相関係数の原点位置（合焦点）において非常に高いピーク値を示す結果となる。このため、合焦点近傍では、他の方式に頼らざるを得ないという問題がある。

【0016】また、上記相互相関法による合焦方式では、2つ以上の異なる光束について、それぞれを別フレームに撮像するが、これは2つ以上のフレームを用意する必要がある反面、自己相関法のような原点位置に非常に高いピーク値を生じることがない。このことから、合焦点近傍から遠方までこのピーク値に埋もれることなくAF情報を得ることができる。しかるに、フレーム全体についての相互相関演算の計算量は実用的範囲を越えており、時間がかかる点で問題がある。

【0017】本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、高速な合焦動作が可能な自動合焦装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に係る自動合焦装置は、フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるためのAFレンズと、結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りとを備え、前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、AFのための撮像では、前記AF絞りの各色フィ

ルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内の AF エリアの画像データを夫々取得し、前記 AF エリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、前記 AF レンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該 AF レンズを合焦位置に駆動するものである。

【0019】また、請求項 2 に係る自動合焦装置は、請求項 1 に係る自動合焦装置において、前記異なる色フィルタの一方は原色フィルタからなり、他方は補色フィルタからなるものである。

【0020】また、請求項 3 に係る自動合焦装置は、請求項 2 に係る自動合焦装置において、前記原色フィルタは G フィルタからなり、前記補色フィルタは M フィルタからなるものである。

【0021】また、請求項 4 に係る自動合焦装置は、フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるための AF レンズと、結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、AF レンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限する AF 絞りとを備え、前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部を AF エリアとして設定し、AF のための撮像では、前記 AF 絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内の AF エリアの画像データを夫々取得し、当該画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、前記 AF レンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該 AF レンズの概略の合焦位置を算出し、更に、前記概略の合焦位置近傍で、撮像して得られた AF エリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定するものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明に係る自動合焦装置をデジタルカメラに適用した好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0023】（実施の形態 1）図 1 は、実施の形態 1 に係るデジタルカメラの AF 処理系の構成図を示す。同図において、101 は光軸上に配置された AF レンズを示し、フォーカス対象の被写体の被写体像を原色系イメージセンサー 103 上に結像するためのものである。102 は AF 絞りを示し、AF レンズ 101 の後側に配置され、AF レンズ 101 を通過する光束（光量）を制限するためのものである。本実施の形態における AF 絞り 102 は、AF レンズ 101 の中心に対して異なる偏心位置に 2 つの開口部を設け、各開口部に G フィルタ 102 a、M フィルタ 102 b をそれぞれ配設している（図 3 参照）。103 は結像された被写体像を電気信号に変換して R、G、B の画像データとして出力するカラー CCD 等からなる原色系イメージセンサーを示す。この原色

系イメージセンサー 103 は、画素のランダムアクセスが可能となっており、画像フレーム内の任意のエリアの画像データが転送可能となっている。これら AF レンズ 101、AF 絞り 102、および原色系イメージセンサー 103 は、撮像用光学系を構成する。

【0024】112 は、AF のための撮像において、原色系イメージセンサー 103 から出力されるフレーム R 内の AF エリアの画像データ（R データ）と、原色系イメージセンサー 103 から出力されるフレーム B 内の AF エリアの画像データ（B データ）を混合演算して M 色（補色）の画像データを出力する混合演算部を示す。104 は、AF のための撮像において、原色系イメージセンサー 103 から出力される、AF 絞り 102 の G フィルタ 102 a を通過する光束に応じた画像フレーム（フレーム G）内の AF エリアの G の画像データを格納する画像メモリ（G フィルタの AF エリア用）を示し、105 は、混合演算部 112 から出力される AF エリアの画像データ（M データ）を格納する画像メモリ（M フィルタの AF エリア用）を示す。106 は、画像メモリ 104、105 に格納した夫々 AF エリアの画像データ間の相関係数を求めるための相互相関演算部を示す。この相互相関演算部 106 は、画像メモリ 104 に格納された第 1 画像データを 2 次元 FFT 演算するための 2 次元 FFT 部 200 と、画像メモリ 105 に格納された第 2 画像データを 2 次元 FFT 演算するための 2 次元 FFT 部 201 と、2 次元 FFT 部 200 および 2 次元 FFT 部 201 で夫々 2 次元 FFT された 2 組の画像データを複素乗算する複素乗算部 202 と、複素乗算部 202 で複素乗算された結果を 2 次元 IFFT する 2 次元 IFFT 部 203 とから構成される。

【0025】107 は相互相関演算部 106 で演算された相関係数を格納する相互相関係数メモリを示す。108 は相互相関演算部 106 で演算された相関係数に基づき、AF レンズ 101 の合焦位置までの距離と方向を算出する距離方向算出部 108 を示す。

【0026】109 は相互相関演算部 106 の演算結果に基づき、AF レンズ 101 を光軸上に移動させて焦点調整を行うための AF レンズ駆動機構を示す。110 は AF 動作と撮影動作の場合の AF 絞り 102 の動作切替を行うとともに、AF 絞り 102 の動作を制御する絞り切替機構を示す。111 は通常の撮影の場合に、撮像された 1 フレーム分の画像データが各色毎に格納されるフレーム用画像メモリを示す。

【0027】図 2 は、原色系イメージセンサー 103 の画像フレームおよびその AF エリアを示す。原色系イメージセンサー 103 は、R、G、B のセンサーが帯状若しくは千鳥状に配列されている。同図において、R センサーによる画像データのフレームをフレーム R、G センサーによる画像データのフレームをフレーム G、B センサーによる画像データのフレームをフレーム B とし、フ

フレームR、フレームG、フレームB内には、AFエリア（フォーカス位置）が設定される。このAFエリアは、撮影の際に撮影者により任意に設定可能な構成としても良いし、また、予め設定しておくことにしても良い。

【0028】図3は、上記AF絞り102による光束の取り込みを説明するための説明図であり、AF絞り102、原色系イメージセンサー103、画像メモリ104、105、および混合演算部112を模式的に示している。同図に示すように、AF絞り102は、AFレンズ101の中心（光軸）に対して異なる偏心位置に2組の開口部が設けられ、各開口部にGフィルタ102aとMフィルタ102bが配設されている。Gフィルタ102aからはG成分の光束（光束G）が通過し、Mフィルタ102bからはM成分の光束（光束M）が通過して原色系イメージセンサー103上に結像される。

【0029】Gセンサーは、受光した光束GのフレームG内のAFエリアの画像データ（G成分）を画像メモリ（GフィルタのAFエリア用）104に出力する。Rセンサーは、受光した光束MのフレームR内のAFエリアの画像データ（R成分）を混合演算部112に出力し、また、Bセンサーは、受光した光束MのフレームB内のAFエリアの画像データ（B成分）を混合演算部112に出力する。混合演算部112は、入力するR成分の画像データとB成分の画像データとを混合演算し、M成分の画像データを画像メモリ（MフィルタのAFエリア用）105に出力する。

【0030】つぎに、上記デジタルカメラのAF動作の原理を図4を参照して説明する。図4は上記デジタルカメラのAFの原理を説明する説明図であり、AFレンズ101、AF絞り102、および原色系イメージセンサー103を模式的に示している。同図において、（a）はAF絞り102のGフィルタ102aから通過する光束1（光束G）の通過状態を示し、（b）はAF絞り102のMフィルタ102bから通過する光束2（光束M）の通過状態を示す。

【0031】まず、AFのための撮像では、同図

（a）、（b）に示すように、AF絞り102のGフィルタ102a、Mフィルタ102bからそれぞれ光束1（光束G）、光束2（光束M）が同時に通過し、光束1（光束G）、光束2（光束M）が原色系イメージセンサー103上に結像され、原色系イメージセンサー103により取り込まれる。原色系イメージセンサーにおいて、Gセンサーは、受光した光束GのフレームG内のAFエリアの画像データ（G成分）を画像メモリ（フィルタG用AFエリア）104に出力する。Rセンサーは、受光した光束MのフレームR内のAFエリアの画像データ（R成分）を混合演算部112に転送し、また、Bセンサーは、受光した光束MのフレームB内のAFエリアの画像データ（B成分）を混合演算部112に転送する。混合演算部112は、入力するR成分の画像データ

とB成分の画像データとを混合演算し、M成分の画像データを画像メモリ（フィルタM用AFエリア）105に転送する。すなわち、1回の撮影で各光束が別々に取り込まれ、AFエリアの2組の画像データが出力される。

【0032】この後、この2組の画像データから互いの相互相関係数を求めることにより、原点位置から相関値のピーク点（黒点）までの方向と距離から、この2つの画像データがどの程度どの方向にズレているかを検出する。

【0033】図5は、Gフィルタ（光束G）のAFエリアの画像データとMフィルタ（光束M）のAFエリアの画像データとの相互相関係数の関係の一例を示す図である。同図において、（a）は、前ピンの場合を示し、

（b）は合焦している場合を示し、（c）は後ピンの場合を示す。この2組の画像データ（31、32）から相互相関係数（33）を求め、原点位置から相関値のピーク点（黒点）までの方向と距離から、この2つの画像データがどの程度どの方向にズレているかを検出する。この検出結果に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出する。尚、ズレの程度が大きい程、合焦位置から遠い位置にあることを示し、ズレがない場合には、合焦位置であることを示している。

【0034】つぎに、上記デジタルカメラの全体動作の概略を図1を参照して説明する。まず、操作者の操作によって、図示しないシャッターボタンが半押しの状態になると、デジタルカメラの撮像用光学系はAFセンサーとして作動する。まず、AFのための撮像では、AF絞り102のGフィルタ102a、Mフィルタ102bからそれぞれ光束1（光束G）、光束2（光束M）が同時に通過し、光束1（光束G）、光束2（光束M）が原色系イメージセンサー103上に結像され、原色系イメージセンサー103により取り込まれる。原色系イメージセンサー103においては、Gセンサーは、受光した光束GのフレームG内のAFエリアの画像データ（G成分）を画像メモリ（フィルタG用AFエリア）104に出力する。Rセンサーは、受光した光束MのフレームR内のAFエリアの画像データ（R成分）を混合演算部112に転送し、また、Bセンサーは、受光した光束MのフレームB内のAFエリアの画像データ（B成分）を混合演算部112に転送する。混合演算部112は、入力するR成分の画像データとB成分の画像データとを混合演算し、M成分の画像データを画像メモリ（フィルタM用AFエリア）105に転送する。一回の撮像で異なった光束が取り込まれることになる。

【0035】つぎに、相互相関演算部106では、画像メモリ104、105に格納された2組の画像データ（GフィルタおよびMフィルタのAFエリアの画像データ）の相互相関係数の演算が行われる。この2組の画像データを空間領域で直接演算する場合には、AFエリア

が広がるほど膨大な積和演算を必要とし、演算時間が大となる。AFエリアのGフィルタ102a、Mフィルタ102bの画像データを各々 $f(u, v)$ 、 $g(u, v)$ とし、相互相関係数を $h(u, v)$ とすると、相互

$$h(u, v) = f(u, v) \star g(u, v) \cdots (1)$$

ただし、 \star は相関演算の記号を示す。

【0037】本実施の形態では、空間領域を周波数領域での乗算に置き換えることによって、大幅に演算数を減らすことにしている。

【0038】具体的には、2次元FFT部200、201では、画像メモリ104、105にそれぞれ格納されたAFエリアのGフィルタ102a、Mフィルタ102bの画像データ $f(u, v)$ 、 $g(u, v)$ について夫

$$H(U, V) = F(U, V) \times G(U, V) \cdots (2)$$

ただし、 $G(U, V) \times$ は、 $G(U, V)$ の複素共役である。

【0041】そして、2次元IFFT部203は、周波数領域の相互相関係数 $H(U, V)$ を2次元フーリエ逆変換して、相互相関係数 $h(u, v)$ を算出する。これにより、少ない演算量で相互相関係数 $h(u, v)$ の算出が可能となる。この相互相関係数 $h(u, v)$ は、相互相関係数メモリ107に格納される。

【0042】距離方向算出部108は、相互相関係数メモリ107に格納された相互相関係数 $h(u, v)$ のピークとなる点と原点（合焦点）との距離や方向から（図5参照）、AFレンズ101の現在位置と合焦位置までの距離と方向を算出する。AF光学系駆動回路109は、距離方向算出部108で算出されたAFレンズ101の合焦位置までの距離と方向に基づき、AFレンズ101を合焦位置を移動させる。以上の動作でAF動作は終了する。尚、合焦の精度を高めるために、一旦合焦位置に移動させた後、上記したAF動作を繰り返し行って合焦の精度をより高めることにしても良い。

【0043】AF動作が終了すると、絞り切替機構110により、AF絞り102は撮像用光学系からはずされ、被写体の本撮影の準備が行われる。そして、AFレンズ101の移動が終了すると、シャッターボタンの全押し待ちの状態となる。

【0044】この後、シャッターボタンが全押しされると、それに連動して一定時間シャッターが開き、被写体からの被写体像を原色系イメージセンサー103で受光する。そして、原色系イメージセンサー103で被写体像は光電変換されて画像データとして、各色毎にフレーム用画像メモリ111に転送されて一旦格納される。そして、フレーム用画像メモリ111に格納された画像データは、図示しない後段の画像処理系に転送され、ホワイトバランス等の画像処理を経た後、保存またはモニタ表示等がされる。

【0045】以上説明したように、本実施の形態1では、AF絞り102は、AFレンズ101の中心に対し

相関係数を $h(u, v)$ は、下式(1)の如く表される。

$$[0036]$$

々2次元フーリエ変換を行い、周波数領域のデータ $F(U, V)$ 、 $G(U, V)$ に変換する。

【0039】つづいて、複素乗算部202は、周波数領域のデータ $F(U, V)$ 、 $G(U, V)$ に対して、下式(2)に示すような複素乗算を行い、周波数領域の相互相関係数 $H(U, V)$ を算出する。

$$[0040]$$

て異なる偏心位置に配された開口部に、異なる色フィルタ(Gフィルタ102a、Mフィルタ102b)を夫々配置し、AFのための撮像では、AF絞り102の各色フィルタ102a、102bを通過する各光束に応じた画像フレーム内のAFエリアの画像データを色別に取得し、相互相関演算部106は、当該色別の画像データ間の相互相関係数を算出し、距離方向算出部108は、当該相互相関係数に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズ101を合焦位置に駆動することとしたので、AFのための1回の撮影で、合焦位置までの距離と方向を得ることができ、高速な合焦動作が可能となる。すなわち、2つの異なる光束をそれぞれ別フレームに振り分け、各フレームのAFエリアの画像データを夫々取得し、この2組の画像データについて相関係数を求め、当該相互相関係数に基づきAFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出する構成であるので、測距検出器(AFセンサーモジュール)を要することなく、合焦したい画像エリア(AFエリア)に対して素早く合焦させることが可能となる。

【0046】また、本実施の形態1では、色フィルタとして、原色フィルタと補色フィルタを用いているので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、原色フィルタを通過した光束は、ある一色のセンサで感知し、補色フィルタを通過した光束は他の2色のセンサで感知でき、2つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0047】また、本実施の形態1では、原色フィルタをGフィルタとし、補色フィルタをMフィルタとしたので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、Gフィルタを通過した光束はG色センサで感知し、Mフィルタを通過した光束はR色およびB色センサで感知することができ、2つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0048】（実施の形態2）図6は、実施の形態2に係るデジタルカメラのAF処理系の構成図を示す。図6に示す実施の形態2のデジタルカメラのAF処理系が実

施の形態 1 と異なる構成は、2 次元 FFT 部 200、201 で 2 次元フーリエ変換された画像データの周波数領域のデータ F (U, V)、G (U, V) の高周波成分を検出する高周波検出部 113 を備えている点であり、他の構成は図 1 の構成と同様であるので、同等構成の部分は図 1 と同一符号を付しかかる部分の説明は省略する。

【0049】実施の形態 2 のデジタルカメラにおいては、実施の形態 1 の AF 動作、すなわち、光束 G に応じた AF エリアの画像データと光束 M に応じた AF エリアの画像データとの相互相関係数を算出し、当該相互相関係数に基づき、AF レンズ 101 の合焦位置までの距離と方向を算出して、概略の合焦位置を算出し、さらに、合焦位置近傍で、山登り法により最終的な合焦位置を決定する。具体的には、高周波検出部 113 により、AF エリアの画像データの高周波成分がピークとなる点を算出し、距離方向算出部 108 は、AF エリアの画像データの高周波成分がピークとなる点を合焦位置と判定する。そして、AF 光学系駆動回路 109 は、距離方向算出部 108 で算出された合焦位置まで、AF レンズ 101 を移動させる。

【0050】以上説明したように、本実施の形態 2 では、AF 絞り 102 は、AF レンズ 101 の中心に対して異なる偏心位置に配された開口部に、異なる色フィルタ (G フィルタ 102 a、M フィルタ 102 b) を夫々配置し、AF のための撮像では、AF 絞り 102 の各色フィルタ 102 a、102 b を通過する各光束に応じた画像フレーム内の AF エリアの画像データを色別に取得し、相互相関演算部 106 は、当該色別の画像データ間の相互相関係数を算出し、距離方向算出部 108 は、当該相互相関係数に基づき、AF レンズ 101 の合焦位置までの距離と方向を算出して、概略の合焦位置を求め、さらに、概略の合焦位置近傍で、高周波検出部 113 は、撮像して得られた AF エリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定することとしたので、合焦ミス (山登り法の欠点の 1 つである極大点に収束するような場合) なく、より高精度に合焦することが可能となる。また、相互相関係数を算出する際に使用する 2 次元 FFT 部で周波数成分を求めることができ、山登り法で通常必要となる高周波成分検出用のフィルタ回路が不要となる。

【0051】尚、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨を変更しない範囲で適宜変更可能である。

【0052】また、本発明の自動合焦装置は、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた画像入力機器に広く適用可能である。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 に係る自動合焦装置によれば、AF レンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口

部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限する AF 絞りを設け、撮像される画像フレームの一部を AF エリアとして設定し、AF のための撮像では、AF 絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内の AF エリアの画像データを夫々取得し、AF エリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき AF レンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該 AF レンズを合焦位置に駆動することとしたので、AF のための 1 回の撮影で、合焦位置までの距離と方向を得ることができ、高速な合焦動作が可能となる。

【0054】また、請求項 2 に係る自動合焦装置によれば、請求項 1 記載の自動合焦装置において、異なる色フィルタの一方を原色フィルタとし、他方を補色フィルタからなることとしたので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、原色フィルタを通過した光束は、ある一色のセンサで感知し、補色フィルタを通過した光束は他の 2 色のセンサで感知でき、2 つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0055】また、請求項 3 に係る自動合焦装置によれば、請求項 2 記載の自動合焦装置において、原色フィルタを G フィルタとし、補色フィルタを M フィルタとしたので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、G フィルタを通過した光束は G 色センサで感知し、M フィルタを通過した光束は R 色および B 色センサで感知することができ、2 つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0056】また、請求項 4 に係る自動合焦装置によれば、AF レンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限する AF 絞りを設け、撮像される画像フレームの一部を AF エリアとして設定し、AF のための撮像では、AF 絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内の AF エリアの画像データを夫々取得し、AF エリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、AF レンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該 AF レンズの概略の合焦位置を決定し、更に、概略の合焦位置近傍で、撮像して得られた AF エリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定することとしたので、高速かつ高精度な合焦動作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施の形態 1 に係る自動合焦装置を適用したデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の原色系イメージセンサーの画像フレームおよびその AF エリアを示す図である。

【図 3】図 1 の AF 絞りによる光束の取り込みを説明するための説明図である。

【図 4】図 1 のデジタルカメラの AF の原理を説明する

説明図である。

【図5】AFエリアのGフィルタおよびMフィルタの画像データ間の相互相関係数の関係の一例を示す図である。

【図6】実施の形態2に係る自動合焦装置を適用したデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

101 AFレンズ

102 AF絞り

102a Gフィルタ

102b Mフィルタ

103 原色系イメージセンサー

104 画像メモリ (フィルタGのAFエリア用)

105 画像メモリ (フィルタMのAFエリア用)

106 相互相関演算部

107 相互相関係数メモリ

108 距離方向算出部

109 AF光学系駆動回路

110 絞り切替機構

111 フレーム用画像メモリ

112 混合演算部

113 高周波検出部

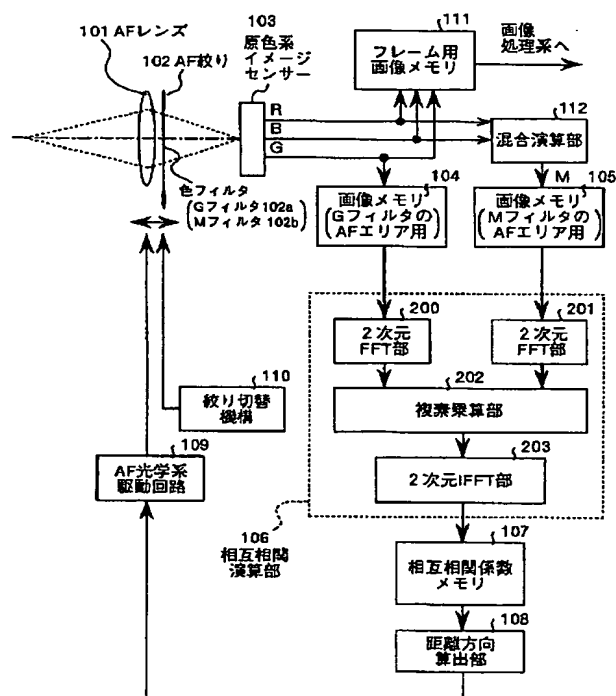
200 2次元FFT部

201 2次元FFT部

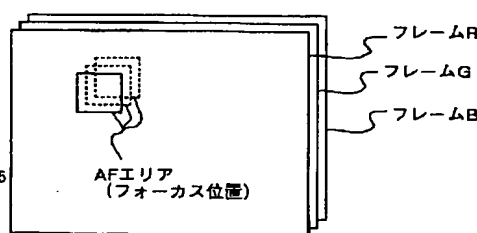
202 複素乗算部

203 2次元IFFT部

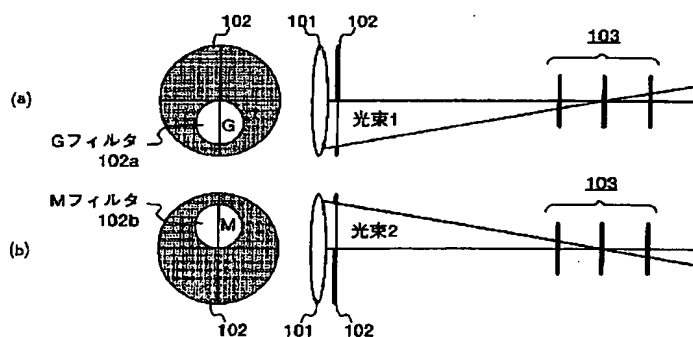
【図1】



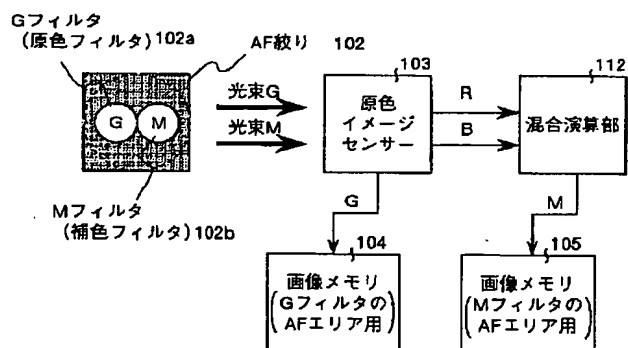
【図2】



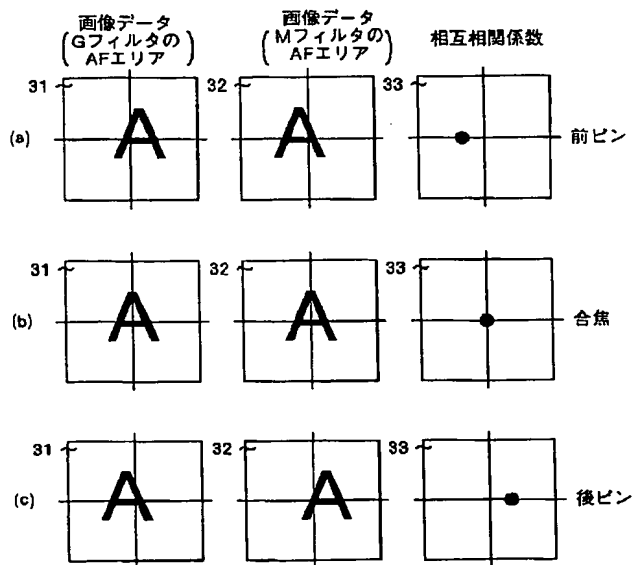
【図4】



【図3】



【図 5】



【図 6】

